

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2002 EPO. All rts. reserv.

12493559

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 7161337 A2 950623 <No. of Patents: 001>

EXB SEPARATOR (English)

Patent Assignee: NISSIN ELECTRIC CO LTD

Author (Inventor): INAMI HIROSHI

IPC: \*H01J-049/48;

Derwent WPI Acc No: \*G 95-258282; G 95-258282

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
<b>JP 7161337</b>	A2	950623	JP 93341545	A	931209 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 93341545 A 931209

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2002 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04868737     \*\*Image available\*\*

EXB SEPARATOR

PUB. NO.:     07-161337 [JP 7161337 A]

PUBLISHED:     June 23, 1995 (19950623)

INVENTOR(s):   INAMI HIROSHI

APPLICANT(s): NISSIN ELECTRIC CO LTD [000394] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.:     05-341545 [JP 93341545]

FILED:         December 09, 1993 (19931209)

INTL CLASS:     [6] H01J-049/48

JAPIO CLASS:   42.3 (ELECTRONICS -- Electron Tubes); 46.2 (INSTRUMENTATION -- Testing)

JAPIO KEYWORD:R003 (ELECTRON BEAM)

#### ABSTRACT

**PURPOSE:** To form a uniform and high magnetic field in a beam diffusing region in an EXB device for separating the mass and energy of a charged particle beam diffusing in a band by means of the action between the electric field and the magnetic field.

**CONSTITUTION:** A pair of main magnets 18, 19 are opposed to one another in the direction that a band-shape beam is diffused. A magnetic field is formed in the direction running in parallel to the beam. Parallel flat electrodes 8, 9 are provided on both sides of the beam to form an electric field perpendicularly to the beam. Auxiliary magnets 20-23 are provided so that the same poles are opposed to one another into the middle of the beam, in order to restrict the diffusion of the magnetic field formed by the main magnets. Fine adjustment of current is conducted by the auxiliary magnet, which is at least closer to the center part of the beam, and which serves as an electromagnet, so as to form a magnetic field which is uniform in beam diffusion.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-161337

(43) 公開日 平成7年(1995)6月23日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 J 49/48

識別記号

庁内整理番号

4230-5E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-341545

(22) 出願日 平成5年(1993)12月9日

(71) 出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72) 発明者 稲実 宏

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地日新

電機株式会社内

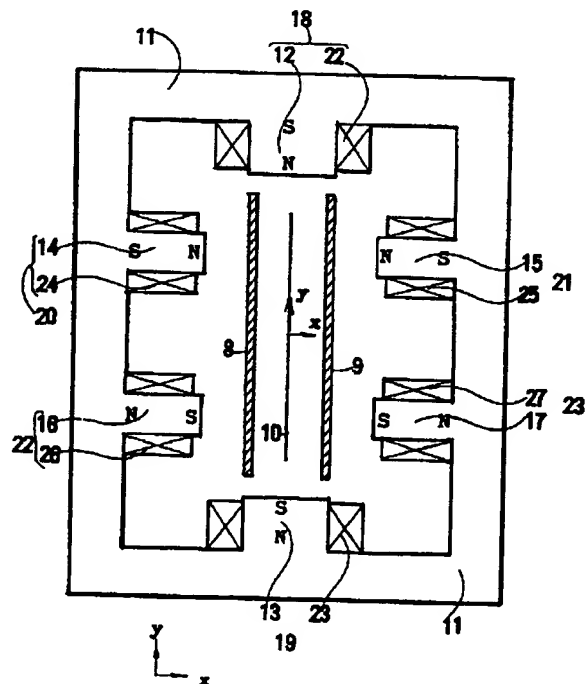
(74) 代理人 弁理士 川瀬 茂樹

(54) 【発明の名称】 E×B分離器

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 帯状の拡がりを持つ荷電粒子ビームを電場と磁場の作用で質量分離エネルギー分離するE×B装置であって、ビームの拡がり領域で一様性の高い磁場を形成する。

【構成】 帯状ビームの拡がり方向に一对の主磁石18, 19を対向させる。これによりビームに平行な方向に磁界を形成する。ビームを挟んで平行平板電極8, 9を設けてビームと直角の方向に電界を形成する。主磁石の作る磁界の拡がりを抑制するためにビームの途中の位置で同極が対向するような補助磁石20~23を設ける。少なくともビームの中央部に近い補助磁石は電磁石として、電流を微調整し、ビームの拡がりにおいて一様な磁界を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2次元的な拡がりを持つ帯状の荷電粒子ビームを質量またはエネルギー分離するための装置であって、ビームの拡がり方向に平行でビームを挟む2枚の電極と、ビームの拡がり方向に異極が対向するように設けられる主たる一対の電磁石と、主たる電磁石の作る磁界の拡がりを押さえるためにビームの中間位置に設けられ近接する主電磁石と同じ磁極をビーム側に持つ複数の補助電磁石とを含み、ビームの拡がり領域において一様な磁界Bを形成するように電磁石電流を調節するようにしたことを特徴とするE×B分離器。

【請求項2】 2次元的な拡がりを持つ帯状の荷電粒子ビームを質量またはエネルギー分離するための装置であって、ビームの拡がり方向に平行でビームを挟む2枚の電極と、ビームの拡がり方向に異極が対向するように設けられる主たる一対の磁石と、主たる磁石の作る磁界の拡がりを押さえるためにビームの中間位置に設けられ近接する主磁石と同じ磁極をビーム側に持つ複数の補助磁石とを含み、少なくともビームの中央部に近い1対以上の磁石は電磁石としてあり、ビームの拡がり領域において一様な磁界Bを形成するように電磁石電流を調節するようにしたことを特徴とするE×B分離器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は走行する帯状の荷電粒子ビームを、質量またはエネルギーの違いによって分離するE×B分離器に関する。イオンビームまたは電子ビームを質量分析する装置は質量分析器という。

【0002】 通常は扇形の磁石を用いてビームに直角の磁場を発生させて、ビームを走らせる。ローレンツ力 $q(v \times B)$ によりビームに直角の力が加わる。ために荷電粒子は円弧軌道を描く。質量、エネルギーによって円弧の半径が異なる。扇形磁石の出口におけるビーム方向が、質量、エネルギーによって異なる。これによって質量分析あるいはエネルギー分析ができる。加速エネルギーが同一の荷電粒子の場合は質量分析となる。

【0003】 扇形の磁石による方法は、ビームが彎曲し装置を大型化し広い据え付け面積を必要とする。また重くて嵩張る大型の磁石が要る。磁場だけを利用するものの他に、電界と磁場の両方を利用する質量分析器がある。これがE×B分離器である。E×Bの作用により質量分離するものはウィーンフィルタとも呼ばれる。ウィーンフィルタ自体は公知である。磁場と電場とをもちいるものは小型にすることができる。質量分離の分解能があまり高くなくて良い場合などは、この型の質量分析器が好適である。

## 【0004】

【従来の技術】 ビームが軸対称で細ければ問題が少ない。帯状に拡がったビームの場合は磁界、電界を一様に発生させるのが難しい。電極または磁石を広いものにし

なければならないが、中央と周辺部で一様な電界、磁場ができないからである。

【0005】 特開平4-351840号は本発明者が先に提案したE×B分離器である。二次元的な帯状の拡がりを持つビームの質量分析のための装置である。図2にこれを示す。ヨーク1の内部両端に異極が対向するように二つの主たる永久磁石2、3が設けられる。これは強い磁石である。さらに、4つの補助磁石4～7をヨーク1の内部に設ける。これは近接する主永久磁石2、3の磁束の拡がりを防ぐための永久磁石である。補助磁石4～7は主磁石と同じ極が対向するようにしている。平行平板電極8、9は主磁石2、3の作る磁力線に沿って設けられる。

【0006】 説明の便宜のために、三次元座標系を考える。ビーム中心が通過する点を原点とする。ビームはZ軸方向に飛行する。主磁石の方向をY軸に、電界の方向をX軸に取る。

【0007】 平行平板電極8、9はYZ面に平行であるが、これらはX方向の電界Eを発生する。主たる磁石2、3はY軸に平行な磁束密度Bを発生させる。Y軸方向に拡がる細長い帯状のビーム10が平行平板電極の間をZ方向に通過する。このように帯状のビーム10を質量分離するので、電極が長くなる。主磁石の間隔も長くなる。電極を長くした場合、電極間隔が狭く、電界は一様になりやすい。しかし、磁界は中央で低く、周縁で高くなり易い。それで同極が対向するような補助磁石によって磁界の拡がりを押さえ込もうというのである。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 適当な配置での主磁石、補助磁石の生成する磁界を計算する。イオンビーム10が通過する帯状領域での磁界を調べここで一様であるように補助磁石の強さや位置を求める。コンピュータで計算し、シミュレーションするのである。市販のソフトがあるのでこれを利用した。計算上により、帯状領域で磁界が一様になるような補助磁石の位置や強度を決めた。

【0009】 ところが、実際に製作してみると製作上の誤差などの影響や他の要因により、所望の特性のものが得られないのが実情である。このため、製作した後に調整できるようにすることが望まれている。本発明は帯状のイオンビームを質量分析またはエネルギー分析できる磁場の一様なE×B分離器を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明のE×B分離器は、2次元的な拡がりを持つ帯状の荷電粒子ビームを質量またはエネルギー分離するための装置であって、ビームの拡がり方向に平行でビームを挟む2枚の電極と、ビームの拡がり方向に異極が対向するように設けられる主たる一対の磁石と、主たる磁石の作る磁界の拡がりを押

さえるためにビームの中間位置に設けられ近接する主磁石と同じ磁極をビーム側に持つ複数の補助磁石とを含み、少なくともビーム中央近傍の補助磁石は電磁石であり、ビームの拡がり領域において一様な磁界Bを形成するように電磁石電流を調節するようにしたことを特徴とする。

#### 【0011】

【作用】本発明は、磁場を発生するために永久磁石に換えて電磁石を用い、あるいは一部に電磁石を用いている。このために、ビームの通る帯状領域で、磁場が一様になるように磁場の強さを加減することができる。そして磁場一様にして、ビームを通し、質量分離あるいはエネルギー分離する。電流を流すので電力が必要になるが、一様な磁場形成ができるのでより正確に質量分離することができる。小型で正確な分離ができるので効果的である。

#### 【0012】

【実施例】図1は本発明の実施例に係るE×B分離器の概略断面図である。これは永久磁石の全体を電磁石で置き換えた例である。ヨーク11に主となる磁性体コア12、13と補助となる磁性体コア14、15、16、17を形成する。主磁性体コア12、13はY軸上にある( $X=0, Y=\pm c$ )。補助コアは $X=\pm d, Y=\pm e$ というように原点に関して対称になるように設ける。別体のコアをヨーク11に固着しても良い。磁性体コア12～17にそれぞれコイル22～27を巻き回す。磁性体コア12とコイル22により電磁石18となる。磁性体コア13とコイル23により電磁石19となる。

【0013】また磁性体コア14とコイル24により電磁石20となり、磁性体コア15、コイル25で電磁石21となる。このように図2の永久磁石が電磁石によって置き換えられる。平行平板電極8、9がヨーク11、磁性体コア14～17で囲まれる部分に設置される。平行平板電極の間の細い領域にビームが通る。

【0014】コイルに電流を流すことによりこれらのコアは磁石として機能する。主となる磁性体コア12と13の異極が対向するように励磁する。補助コイルにも電流を流すが、主となる磁石と同じ極が端面に表れるようにする。主磁石の作る磁界が中央部で拡がるので、補助の電磁石により磁界の拡がりを押さえることができる。この関係は図2の永久磁石を使うものと全く同じである。しかし本発明の場合は、コイル電流により磁界の大きさを任意に変える。微調整することができるので、帯状領域での磁界の一様性を高めることができる。

【0015】荷電粒子に働く力は電界分が $qE$ であり、磁界による分が $qvB$ である。これらが等しい場合にその荷電粒子はここを直進する。つまり速度が $v=E/B$ であるものが直進できる。速度は質量、エネルギーの関数であるから、エネルギーが一定のビームであれば質量分離できる。速度の設定は通常電界Eを変えることによ

ってなされる。磁場を変えるのが難しいからである。しかし本発明の場合は磁場をも変えることができる。磁場を変えることにより質量分離できるビームのエネルギーの範囲を広げることができる。

【0016】さらに平行平板電極といっても、全体に渡って電界が一様である訳ではない。やはり電極の周辺部では電界が弱くなる。この場合、本発明では周辺部での磁界を下げて $E/B$ を一定にすることができ、電界、磁界が完全に一様でなくても $E/B$ が一定であれば良いのである。

【0017】図3は他の実施例を示す。これはヨーク31に、永久磁石である主磁石32と、33を異極が対向するように固定する( $X=0, Y=\pm c$ )。さらに4つの補助磁石34、35、36、37を主磁石と同じ極が対向するように取り付ける( $X=\pm d, Y=\pm f$ )。この点で図2のものと共通する。

【0018】これに加えて、磁性体のコア38、39、40、41をヨーク31のY軸に平行な辺( $X=\pm d, Y=\pm g$ )に設ける。コアにはそれぞれコイル42、43、44、45を巻き回す。これらも同極が互に対向するような方向に電流を流す。一部が電磁石46、47、48、49であり、残りが永久磁石32、33、34、35、36、37である。中央部の磁場が弱くなりすぎるのが問題なのであるから、4つの電磁石46、47、48、49を中央部に設け、これにより中央部での磁場を矯正すれば十分である。

【0019】図1のものは電磁石ばかりであるので多くの電力費を必要とする。図3のものは永久磁石をいくつか使用し、中央部近くに電磁石を設けている。永久磁石は電気を消費しないので、この例は電力費を軽減することができる。

【0020】いずれの例にしても、磁場センサをビーム10の通る位置に沿って動かすことにより磁場を計り、これが一定値になるようにコイル電流を加減する。こうすることにより2次元的な拡がりをもつビーム10に対する磁界Bを一様にするすることができる。 $E/B$ によって2次元的な拡がりを持つ荷電粒子を質量分離するときに精度良く分離できる。

#### 【0021】

【発明の効果】E×B分離器において、磁界を与えるものを永久磁石ではなくて電磁石としているので、磁界の微調整が可能である。2次元的な拡がりを持つ帯状の荷電粒子ビームに対して一定の磁界を形成することが難しいが、本発明によれば電流を微調整することによりビーム拡がり方向に一様な磁界形成をすることができる。有用な発明である。E×B分離器は扇型の磁石を用いる質量分離器に比較して軽量小型でありコストや据え付けスペースの点で使い易い。本発明はE×B分離器において、二次元ビームに対して一様磁場を形成できるようになるので、低価格小型という長所を生かしてE×Bの用

途をさらに広げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係るE×B装置の概略構成図。

【図2】本発明者らが特開平4-351840号で提案したE×Bの概略構成図。

【図3】本発明の他の実施例に係るE×B装置の概略構成図。

【符号の説明】

8 平行平板電極

9 平行平板電極

10 二次元荷電粒子ビーム

11 ヨーク

12 磁性体コア

13 磁性体コア

14 磁性体コア

15 磁性体コア

16 磁性体コア

17 磁性体コア

18 電磁石

19 電磁石

20 電磁石

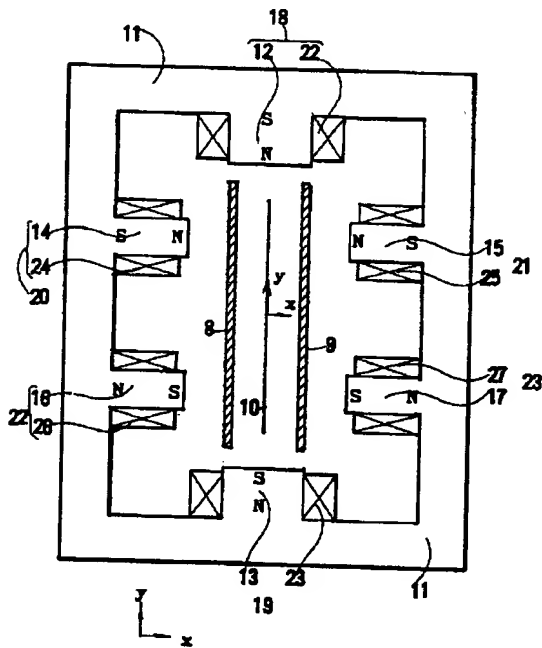
21 電磁石

22 コイル

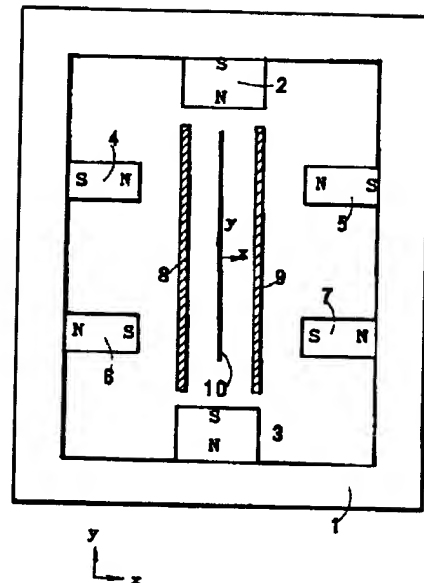
23 コイル

24 コイル

【図1】



【図2】



【図 3】

